

Korean Patent Office  
LAID-OPEN PATENT GAZETTE

- (11) Laid-Open No. 2001-0043245
- (43) Laid-Open Date: May 25, 2001
  
- (21) Application No. 2000-7012192
- (22) Filing date: November 2, 2000
  
- (86) International No. / Date: PCT/JP2000/01342 (March 6, 2000)
- (87) International Publication No. / Date: WO 2000/53386 (September 14, 2000)
  
- (71) Applicant: Citizen Watch Co., Ltd.
- (72) Inventor: MIYA, Yukio  
SUGIYAMA, Osamu  
KASAI, Hidefumi
  
- (54) Title of the Invention: Resin molding mold and method of forming hard coat on resin molding mold
  
- (57) Abstract

A diamond-like carbon film (30) is formed on that part, at least in contact with a stamper (6), of the surface (2a) of a movable mold (2) to which the stamper (6) is attached and which, together with a fixed mold (1), forms a cavity (5) of a resin molding mold, via an intermediate layer (20) consisting of silicon, tungsten, titanium carbide, silicon carbide, chromium carbide and the like for increasing an adhesion power with respect to the surface (2a) of the mold (2), thereby dramatically prolonging a service life of a resin molding mold and a lifetime of a stamper without damaging it.

(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.  
B29C 33/38

(11) 공개번호 특2001-0043245  
(43) 공개일자 2001년05월25일

(21) 출원번호	10-2000-7012192	(87) 국제공개번호	WO 2000/53386
(22) 출원일자	2000년11월02일	(87) 국제공개일자	2000년09월14일
변역문제출일자	2000년11월02일		
(86) 국제출원번호	PCT/JP2000/01342		
(86) 국제출원출원일자	2000년03월06일		
(81) 지정국	EP 유럽특허 : 오스트리아 벨기에 스위스 독일 덴마크 스페인 프랑스 영국 그리스 아일랜드 이탈리아 룩셈부르크 모나코 네덜란드 포르투갈 스웨덴 핀란드 사이프러스		
	국내특허 : 중국 대한민국 미국		
(30) 우선권주장	99-60659 1999년03월08일 일본(JP)		
(71) 출원인	시티즌 도케이 가부시키가이샤 하루타 히로시		
	일본 도쿄도 신주쿠구 니시신주쿠 2초메 1반 1고		
(72) 발명자	미야유키오		
	일본 188-8511도쿄도다나시시혼쵸6초메1반12고시티즌도케이가부시키가이샤다나시세이조쇼나이		
	스기야마오사무		
	일본 188-8511도쿄도다나시시혼쵸6초메1반12고시티즌도케이가부시키가이샤다나시세이조쇼나이		
	가사야히데후미		
	일본 188-8511도쿄도다나시시혼쵸6초메1반12고시티즌도케이가부시키가이샤다나시세이조쇼나이		
(74) 대리인	김승호, 김진희, 김태홍		

심사청구 : 있음

(54) 수지 성형용 금형 및 수지 성형용 금형에의 경질 피막형성 방법

요약

수지 성형용 금형의 캐비티(5)를 형성하는 고정 금형(1)과 가동 금형(2) 중 스탬퍼(6)를 부착하는 쪽의 금형(2)의 표면(2a) 중 적어도 스탬퍼(6)와 접촉하는 부분에, 그 금형(2)의 표면(2a)과의 밀착력을 높이는 실리콘, 텅스텐, 탄화규소, 탄화크롬 등에 의한 중간층(20)을 매개로 해서, 다이아몬드형 탄소막(30)을 형성함으로써, 수지 성형용 금형의 사용 수명을 비약적으로 늘리고, 스탬퍼에도 손상을 주지 않도록 하여 스탬퍼의 수명도 연장시킨다.

도면

도1

도2

기술분야

본 발명은 고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 이들 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티(cavity)를 형성하는 한쪽 금형의 표면에 스탬퍼(stamper)를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형에 관한 것으로, 그러한 금형의 예로는 콤팩트 디스크, 광 디스크, 광자기 디스크, 레이저 디스크 등을 성형하기 위한 금형이 있다. 본 발명은 또한 상기 수지 성형용 금형에서 캐비티를 형성하는 표면 중 스탬퍼와 접촉하는 부분에 경질 피막을 형성하는 방법에 관한 것이다.

발명기술

음악이나 영상 등이 기록된 콤팩트 디스크, 광 디스크, 광자기 디스크, 레이저 디스크 등의 디스크형의 기록 매체를 제조하기 위해서는, 고정 금형과 가동 금형으로 이루어지는 수지 성형용 금형을 이루는 양 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 한쪽 금형(일반적으로 가동형 금형)의 표면에 스탬퍼(母型)를 부착하고, 그 캐비티 내에 수지를 시술하고 가압 주입하여 수지를 성형하는 동시에 스탬퍼 표면의 요철 형상을 전사한다.

이러한 수지 성형용 금형의 고정 금형과 가동 금형은, 예컨대 일본 특개소62-267937호 공보에 개시된 바와 같이, 수지 성형용 금형을 강으로 형성하고, 적어도 스템퍼 부착면과 캐비티 형성면에 소입·소리를 실시함으로써 내마모성의 향상을 도모하고 있다.

그리고, 상기 스템퍼 부착면과 캐비티 형성면이 경면 상태로 마무리됨으로써 사출 성형되는 디스크 치수의 고정밀도화가 도모된다. 또한, 스템퍼는 니켈로 이루어지고, 스템퍼 부착면과 접하는 금형면은 경면 상태로 마무리된다.

이러한 수지 성형용 금형에 의한 사출 성형시에는, 캐비티 내에 고온의 용융 수지가 사출되어 높은 압력이 가해지기 때문에 매 쇼트(shot)마다 스템퍼가 그 고온과 고압에 의한 팽창과 수축을 반복하고, 캐비티를 형성하는 금형의 표면과 미끄럼 접촉함으로써 그 표면을 마모시킨다. 금형의 스템퍼 부착면이 마모되면, 스템퍼에 흠이나 균열이 발생하거나 할 우려가 있다.

또한, 스템퍼는 성형하는 디스크에 의해 교환되지만, 금형은 공통으로 사용되고, 또한 고가이므로, 장기간에 걸쳐 마모되지 않고 사용할 수 있을 것이 요구된다.

그러한 이유로, 예컨대 전술한 일본 특개소62-267937호 공보에는, 광 디스크 제조용 금형에 있어서 스템퍼 부착면에, 그 스템퍼 부착면을 구성하는 금형의 재료보다 경도가 높고, 또한 내마모성이 우수한 재료로 이루어진 경질층, 예컨대 탄화티탄(TiC)이나 탄화규소(SiC), 질화티탄(TiN) 등의 박막을 형성하는 것이 제안되어 있다.

또한, 일본 특개평1-234214호 공보에는, 전술한 바와 같은 디스크 성형용 금형의 캐비티를 구성하는 표면의 스템퍼를 지지하는 부분에 다이아몬드형 박막을 피복함으로써, 그 내마모성 및 저마찰성(低摩擦性)을 대폭 향상시켜서 스템퍼와 금형의 사용 수명을 대폭 연장시키는 것이 제안되어 있다.

전자와 같이 수지 성형용 금형의 캐비티를 형성하는 금형 표면의 스템퍼 부착면에, 그 스템퍼 부착면을 구성하는 재료보다 경도가 높고, 또한 내마모성이 우수한 재료로 이루어진 경질층을 형성하는 것은, 성형용 금형의 스템퍼 부착면의 내마모성을 높여서 금형의 사용 수명을 연장시키는 데에는 유효하지만, 그 경질막으로 탄화티탄(TiC)이나 탄화규소(SiC), 질화티탄(TiN) 등을 형성하는 것만으로는 충분하지 않았다.

또한, 후자와 같이 그 경질층으로 다이아몬드형 박막(다이아몬드와 유사한 탄소막: DLC막이라 약칭한다)을 피복함으로써, 성형용 금형의 스템퍼 부착면의 내마모성을 비약적으로 높이는 동시에, 스템퍼와의 마찰 저항을 현저히 저감시켜서 스템퍼와 금형의 사용 수명을 대폭 연장시키는 것이 기대된다.

그러나, 수지 성형용 금형을 강으로 형성된 금형의 캐비티를 형성하는 표면에 직접 DLC막을 형성한 경우에는, DLC막의 금형 표면과의 밀착력이 약하기 때문에 형성된 DLC막의 표면을 경면 마무리하기 위해서 폴리싱이나 래핑을 행하고자 하면, DLC막이 박리되어 버리거나, 사용 중에 내부 응력 등에 의해서 DLC막이 박리되어 버리는 등의 문제가 있는 것으로 판명되었다.

본 발명은 이러한 문제를 해결하기 위해서 이루어진 것으로, 수지 성형용 금형의 캐비티를 형성하는 금형의 표면 중 적어도 스템퍼와 접촉하는 부분에 강한 밀착력으로 인해 쉽게 박리되지 않는 경질 피막인 DLC막을 형성함으로써, 수지 성형용 금형의 사용 수명을 비약적으로 연장시키고, 스템퍼에도 손상이 가해지지 않도록 하여 스템퍼의 수명도 연장시키는 것을 목적으로 한다.

#### 발명의 상세한 설명

본 발명은 전술한 목적을 달성하기 위해서, 다음과 같이 구성한 수지 성형용 금형과, 그 수지 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법을 제공한다.

즉, 본 발명에 의한 수지 성형용 금형은 고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 이들 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 금형의 표면에 스템퍼를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형으로서, 이 금형의 표면 중 적어도 스템퍼와 접촉하는 부분에 상기 금형의 표면과의 밀착력을 높이는 중간층을 매개로 해서 경질 피막인 다이아몬드형 탄소막을 형성한 것이다.

상기 중간층은 실리콘, 텅스텐, 탄화티탄, 탄화규소 및 탄화크롬 중 하나에 의해 형성된 1층 구조라도 좋다.

또한, 상기 중간층을, 크롬 또는 티탄을 주체로 하는 하층과, 실리콘 또는 게르마늄을 주체로 하는 상층으로 이루어지는 2층 구조로 구성해도 좋다.

또는 상기 중간층을, 티탄을 주체로 하는 하층과, 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화규소 및 탄화티탄 중 하나를 주체로 하는 상층으로 이루어지는 2층 구조로 구성해도 좋다.

또한, 상기 중간층을, 티탄을 주체로 하는 하층과, 탄화티탄 또는 탄화규소를 주체로 하는 중층과, 탄소를 주체로 하는 상층으로 이루어지는 3층 구조로 구성해도 좋다.

이들 중간층을 매개로 상기 금형 표면의 스템퍼와 접촉하는 부분에 형성된 다이아몬드형 탄소막은 표면 조도가 0.2 내지 0.02  $\mu\text{m}$ 가 되도록 하는 것이 바람직하다.

본 발명에 의한 수지 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법은, 고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 양 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 금형의 표면에, 스템퍼를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법으로서, 다음 각 공정을 포함하는 것을 특징으로 한다.

상기 스템퍼를 부착하는 표면을 세정한 금형을 진공조 내에 배치하고 배기하는 공정과;

배기한 상기 진공조 내에 아르곤을 도입해서 이온화하고, 실리콘, 텅스텐, 탄화티탄, 탄화규소 및 탄화크롬 중 하나를 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 중간층을 형성하는 중간층 형성 공정과;

상기 진공조 내의 아르곤을 배출하고, 그 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하는 공정과;

상기 진공조 내에 플라즈마를 발생시키고, 플라즈마 CVD 처리에 의해서 상기 중간층의 표면에 다이아몬드형 탄소막을 형성하는 공정.

상기 중간층 형성 공정 대신에, 배기한 진공조 내에 아르곤을 도입해서 이온화하고, 크롬 또는 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 크롬 또는 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과, 실리콘 또는 게르마늄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 위에 실리콘 또는 게르마늄을 주체로 하는 중간층의 상층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정을 실시해서 2층의 중간층을 형성하여도 좋다.

또는, 상기 중간층 형성 공정 대신에, 배기한 진공조 내에 아르곤을 도입해서 이온화하고, 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과, 텅스텐을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 상에 텅스텐을 주체로 하는 중간층의 상층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정을 실시해서 2층의 중간층을 형성하여도 좋다.

또한, 배기한 진공조 내에 아르곤을 도입하고 이온화해서, 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과, 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하고, 텅스텐 또는 실리콘을 타겟으로 하는 반응 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 상에 탄화텅스텐 또는 탄화규소를 주체로 하는 중간층의 상층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정을 실시해서 2층의 중간층을 형성하여도 좋다.

또는, 배기한 상기 진공조 내에 아르곤을 도입하고 이온화해서, 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과, 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하고, 티탄 또는 실리콘을 타겟으로 하는 반응 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 상에 탄화티탄 또는 탄화규소를 주체로 하는 중간층의 중층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정과, 상기 타겟인 티탄 또는 실리콘의 스퍼터링량을 점차 감소시켜서, 상기 중층 상에 탄소를 주체로 하는 상층을 형성하는 제3 중간층 형성 공정을 실시해서 3층의 중간층을 형성하여도 좋다.

이들 수치 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법에 있어서, 상기 다이아몬드형 탄소막을 형성하는 공정 후에, 이 공정에서 형성된 다이아몬드형 탄소막의 표면을 폴리싱과 래핑으로 마무리 연마하는 공정을 실시하는 것이 바람직하다.

상기 마무리 연마 공정에서의 폴리싱과 래핑은, 다이아몬드 및 알루미늄의 입경이 0.1 $\mu$ m 내지 4 $\mu$ m인 다이아몬드 페이스트와 알루미늄 페이스트를 사용하여 실시하면 좋다.

#### 도면의 간단한 설명

도 1은 도 2에 있어서의 스템퍼 부착부의 일부 확대 단면도.

도 2는 본 발명에 의한 수치 성형용 금형을 이용한 사출 성형 장치의 주요부의 단면도.

도 3은 도 1에 있어서의 금형 표면 부근의 극히 일부를 대폭 확대해서 DLC막과 중간층을 구성한 예의 모식도.

도 4는 마찬가지로 2층의 중간층을 구성한 예의 모식도.

도 5는 마찬가지로 2층의 중간층을 구성한 다른 예의 모식도.

도 6은 마찬가지로 3층의 중간층을 구성한 예의 모식도.

도 7은 마모 시험기로 피막의 내마모성을 시험하는 방법을 설명하기 위한 도면.

도 8은 본 발명에 의한 금형과 증래의 금형에 해당하는 각종 시료에 대해 스크래치 시험을 행하여 측정할 스크래치 하중과 스크래치 저항치와의 관계 선도.

도 9는 본 발명에 의한 수치 성형용 금형에 경질막을 형성하는 방법에 있어서 중간층 형성 공정에 사용하는 스퍼터링 장치의 단면도.

도 10은 본 발명에 의한 수치 성형용 금형에 경질막을 형성하는 방법에 있어서 DLC막 형성 공정에 사용하는 플라즈마 CVD 장치의 일례의 단면도.

도 11은 마찬가지로 플라즈마 CVD 장치의 다른 예의 단면도.

도 12는 마찬가지로 플라즈마 CVD 장치의 또 다른 예의 단면도.

#### 실시예

이하에서 본 발명의 바람직한 실시 형태를 도면을 참조로 설명한다.

[수치 성형용 금형의 실시 형태]

도 2는 본 발명을 실시한 컴팩트 디스크, 비디오 디스크 등의 각종 디스크를 성형하기 위한 사출 성형 장치의 주요부의 단면도이고, 도 1은 그 스템퍼 부착부의 일부 확대 단면도이다.

이 사출 성형 장치는 고정축 다이 플레이트(3)에 고정 금형(1)을, 가동축 다이 플레이트(4)에 가동 금형(2)을 각각 고정하고, 도차하지 않은 결합 실린더로 가동 금형(2)을 고정 금형(1)에 밀착시킨 상태에서, 도 2에 도시한 바와 같이 성형품(디스크)의 형상을 이루는 캐비티(5)를 형성한다. 상기 고정 금형(1)과

가동 금형(2)은 강재로 제작되어 본 발명이 대상으로 삼는 수지 성형용 금형(10)을 구성하고 있다.

고정 금형(1)의 중앙부에는 고정축 부시(11)가 고정되어 있고, 이 고정축 부시(11)에는 고정축 다이 플레이트(3)에 부착된 스텝 부시(12)가 끼워져 있으며, 이 스텝 부시(12)의 중심에는 사출 노즐(8)로부터 사출되는 수지를 캐비티(5)로 유도하는 게이트(12a)가 형성되어 있다. 상기 고정 금형(1)에는 또한 배기구(13)가 형성되어 있다.

한편, 가동 금형(2)의 중앙부에는 내측 스텝퍼 압착부(15)와 가동축 부시(16)가 고정 설치되고, 상기 가동축 부시(16)에는 가동축 다이 플레이트(4)를 관통하는 스텝 절단용 펀치(17)와 이젝터(18)의 선단부가 끼워져 있다.

그리고, 상기 가동 금형(2)의 캐비티(5)를 형성하는 표면(2a)에 원반형의 스텝퍼(모형)(6)를 밀착시켜서 부착한다. 즉, 도 1에 도시된 바와 같이 두께 0을 갖는 스텝퍼(6)의 중앙부는 내측 스텝퍼 압착부(15)로 누르고, 외주부는 외주 링(19)으로 가동 금형(2)의 표면(금형 표면)(2a)에 눌러서 부착한다. 외주 링(19)은 캐비티(5)의 주위벽도 형성하고 있다.

스텝퍼(6)는 니켈로 이루어지고, 그 표면(캐비티측의 면)에는 성형할 디스크의 기록 정보가 되는 홀 또는 피트를 형성하기 위한 다수의 요철(6a)이 형성되어 있으며, 이면(가동 금형의 표면과 접하는 쪽의 면)은 경면 상태로 마무리되어 있다.

가동 금형(2)의 스텝퍼(6)와 접촉하는 표면(2a)도 경면 마무리되어 있고, 도 1에서 원 A로 둘러싸인 부분을 확대해서 도시한 바와 같이, 금형 표면(2a)에 중간층(20)을 매개로 경질 피막인 다이아몬드형 탄소(DLC)막(30)이 형성되어 있다.

이 DLC막(30)은 다이아몬드형 박막, 경질 탄소 피막, 수소 비정질 탄소막, i-탄소막 등으로도 불리우며, 다이아몬드와 매우 닮은 구조 및 성질을 갖는 비정질의 탄소 박막으로서, 비커스 경도가 2000 kg/mm<sup>2</sup> 이상으로 경도가 높기 때문에 내마모성이 강하고, 마찰 계수가 작고 윤활성이 있으며, 내식성도 높다고 하는 특성을 갖고 있다.

또한, 중간층(20)은 상기 DLC막(30)의 금형 표면(2a)과의 밀착성을 높이기 위해 형성하는 1층 이상의 박막층으로, 1층 구조인 경우에는, 실리콘(Si), 텅스텐(W), 탄화티탄(TiC), 탄화규소(SiC), 탄화크롬(CrC) 중 하나로 형성된다.

이와 같이, 금형 표면(2a)에 중간층(20)을 매개로 해서 DLC막(30)을 형성함으로써, DLC막(30)이 금형 표면(2a)에 밀착성이 좋고 견고하게 형성되어 그 표면을 한층 더 평활하게 하기 때문에, 풀리싱이나 래핑을 실시하더라도 박리되는 일이 없고, 사용중의 열과 압력에 의한 내부 응력 등에 의해서 박리되는 일도 없게 된다.

이 사출 성형 장치로 디스크를 성형 때에는, 도 2에 도시된 바와 같이 고정 금형(1)에 가동 금형(2)을 맞추어 결합시켜서 캐비티(5)를 형성한다. 그리고, 도 2에 도시된 사출 노즐(8)을 스텝 부시(12)의 외단부에 밀착시키고, 용융 수지(7)를 게이트(12a) 내로 사출시켜서 캐비티(5) 내에 가압 충전시킨다.

이 때, 스텝퍼(6)는 용융 수지(7)의 높은 온도(360℃ 정도)로 다소 팽창하고, 높은 수지 압력(400 kg/cm<sup>2</sup> 정도)을 받으면서 금형 표면(2a)을 미끄럼 이동하지만, DLC막(30)이 형성되어 있기 때문에 그 높은 내마모성과 윤활성으로 인해서 금형 표면(2a)이 마모되거나, 스텝퍼(6) 자체의 접촉면이 마모되거나 하는 일이 없다. 성형의 결과에 따르면, 20만회의 성형(쇼트)을 행하더라도 금형 표면(2a)에 손상이 없었다.

#### [중간층의 구성]

이어서, 중간층(20)의 여러 가지 구성예를 도 3 내지 도 6을 참조로 설명한다. 이를 도면은 가동 금형(이하: 단순히 금형이라고도 함)(2)의 표면(2a) 부근의 극히 일부를 대폭 확대하여 DLC막(30)과 중간층(20)의 구성을 나타내는 모식도이다.

도 3은 금형 표면(2a) 상에 전술한 1층 구조의 중간층(20)을 매개로 해서 경질막인 DLC막(30)을 형성한 것이다. 상기 중간층은 실리콘(Si), 텅스텐(W), 탄화티탄(TiC), 탄화규소(SiC), 탄화크롬(CrC) 중 하나를 사용해서 두께 1 μm 정도로 형성한다. DLC막(30)은 1 μm 내지 5 μm 정도로 형성한다.

도 4는 2층 구조 중간층을 형성한 예이며, 금형 표면(2a) 위에 하층(21)과 상층(23)으로 이루어지는 중간층(20)을 형성하고, 상기 상층(23) 위에 DLC막(30)을 형성한다. 상기 하층(21)은 크롬(Cr) 또는 티탄(Ti)을 주체로 해서 두께 0.5 μm 정도로 형성하고, 상층(23)은 실리콘 또는 게르마늄을 주체로 해서 두께 0.5 μm 정도로 형성한다.

이 경우, 중간층(20)의 하층(21)의 크롬 또는 티탄은 금형(2)을 구성하는 강재와 밀착성 좋게 형성할 수 있다. 또한, 상층(23)의 실리콘 또는 게르마늄은 DLC막(30)을 구성하는 탄소와는 주기율표에서 동일한 제IVb족의 원소이며, 모두 다이아몬드 구조를 갖는다. 그 때문에, 상층(23)과 DLC막은 공유 결합하여 높은 밀착력으로 결합한다. 그리고, 하층의 크롬 또는 티탄과 상층의 실리콘 또는 게르마늄은 밀착성 좋게 피막을 형성할 수 있다.

따라서, 금형 표면(2a) 상에 이러한 구성의 중간층(20)을 매개로 해서 DLC막(30)을 형성함으로써, 한층 더 강한 밀착력으로 DLC막(30)을 형성할 수 있으므로 금형(2)의 내구성을 비약적으로 높일 수 있다.

도 5는 2층 구조의 중간층의 다른 예를 도시한다. 이 예에서는 금형 표면(2a) 위에 티탄(Ti)을 주체로 하는 하층(21)과, 텅스텐(W), 탄화텅스텐(WC), 탄화규소(SiC) 및 탄화티탄(TiC) 중 하나를 주체로 하는 상층(23)으로 이루어진 2층 구조의 중간층(20)을 형성하고, 상기 상층(23) 위에 DLC막(30)을 형성한다. 이와 같이 구성하여도, 도 4에 도시된 예와 같이 DLC막(30)의 밀착력을 얻을 수 있다. 중간층(20)의 하층(21)과 상층(23)은 각각 0.5 μm 정도의 두께로 형성하고, DLC막은 1 μm 내지 5 μm 정도의 막 두께로 형성한다.

도 6은 3층 구조의 중간층을 형성한 예를 도시한다. 이 예에서는, 금형 표면(2a) 위에 중간층(20)으로서,

우선 티탄(Ti)을 주체로 하는 하층(21)을 형성하고, 그 위에 탄화티탄(TiC) 또는 탄화규소(SiC)를 주체로 하는 중층(22)을 형성하고, 다시 그 위에 탄소(C)를 주체로 하는 상층(23)을 형성한다. 그리고, 상기 상층(23) 위에 DLC막(30)을 형성한다.

이 경우, 하층(21)과 중층(22)과 상층(23)은 명확히 다른 층으로 하지 않고, 하층(21)의 금형 표면(2a)과 인접하는 부분에서는 티탄의 농도가 가장 높고, 상층(23)을 향해서 그 농도가 점차로 떨어지며, 상층(23)의 DLC막(30)과 인접하는 부분에서는 탄소의 농도가 가장 높고, 하층(21)을 향해서 그 농도가 점차로 떨어지는 경사 구조로 구성해도 좋다. 오히려, 그와 같은 경사 구조로 하는 쪽이 DLC막(30)의 밀착력을 높일 수 있다.

이들 각 예에서와 같이 형성한 DLC막(30)은 그 표면을 플라싱 및 러핑해서 그 표면 조도(Ra)가 0.2 내지 0.02  $\mu\text{m}$  정도인 경면으로 마무리하면 좋다.

전술한 각 실시 형태의 수치 성형용 금형에서는, 그 가동 금형의 캐비티를 형성하는 표면에 스템퍼를 부착하는 구조이기 때문에, 그 가동 금형의 스템퍼와 접촉하는 표면에 중간층을 매개로 해서 DLC막을 형성했다. 그러나, 그에 제한되는 것은 아니며, 고정 금형의 캐비티를 형성하는 표면에 스템퍼를 부착하는 구조의 수치 성형용 금형의 경우에는, 그 고정 금형의 스템퍼와 접촉하는 표면에 중간층을 매개로 해서 DLC막을 형성하면 좋다.

#### [마모성 시험에 의한 내마모성의 평가]

여기서, 본 발명에 의한 금형 및 종래의 금형과 같은 방식의 피막 구성인 시험편에 대하여 마모 시험을 실시하고, 그 결과를 비교하여 내마모성을 평가했다.

여기서 사용한 마모 시험기는 스가시 캔키 가부시키가이사의 상품명 NUS-130-2의 마모 시험기이다.

이 마모 시험기에 의한 마모 시험 방법을 도 7을 참조로 설명한다.

도 7에 도시한 바와 같이, 피막 형성한 시험편(92)을 그 피막 형성면측을 하향으로 하고, 시험편 누름과(94)와 시험편 누름 나사(95)로 시험편 장치대(93)의 개구부에 고정한다. 또한, 마모 바퀴(91)에 연마지(도시하지 않음)를 장착한다. 이 마모 바퀴(91)에, 도시하지 않은 천칭 기구로 연마지를 시험편(92)에 눌러 붙이도록 상향의 하중을 가한다.

그리고, 도시하지 않은 모터의 회전 운동을 왕복 운동으로 변환하는 기구로 시험편 장치대(93)를 왕복 운동시키고, 마모 바퀴(91)를 시험편 장치대(93)의 1왕복마다 각도 0.9° 씩 회싹표 방향으로 회전시킨다.

그에 따라, 시험편(92)은 마모 바퀴(91)에 접촉된 연마지의 마모되지 않은 새로운 영역에 항상 접촉하게 된다. 시험편 장치대(93)의 왕복 횟수는 자동 설정할 수 있으므로 설정된 횟수에서 마모 시험기는 자동 정지한다.

여기서 이용한 시험편(92)은 그 기재로서 수치 성형용 금형의 제작에 사용하는 강재로 이루어지는 판 두께가 1 mm인 것을 사용하고, 그 표면을 표면 조도(Ra)= 0.05  $\mu\text{m}$ ~0.5  $\mu\text{m}$ 로 연마·마무리한 것이다.

그리고, 본 발명에 의한 금형에 해당하는 시험편으로서, 그 기재의 표면에 티탄에 의한 하층의 중간층과 실리콘에 의한 상층의 중간층을 모두 막 두께 0.5  $\mu\text{m}$ 로 형성하고, 그 위에 막 두께 1.0  $\mu\text{m}$ 의 DLC막을 설치한 것(시험편(92A)라 한다)을 이용했다. 이것과 비교하는 종래의 금형에 해당하는 것으로서, 상기 시험편의 기재 위에 직접 DLC막을 막 두께 1.0  $\mu\text{m}$ 로 형성한 것(시험편(92B)라 함)을 사용했다.

또한, 마모 바퀴(91)에 접촉하는 연마지로는 메쉬 600번의 SiC를 사용하고, 이 연마지와 시험편(92)과의 접촉 하중은 830 g으로 하며, 시험편 장치대(93)의 왕복 운동 횟수는 200회의 조건으로 해서, 상기 시험편(92A)과 시험편(92B)의 피막의 마모 시험을 행했다.

그 마모 시험의 결과, 본 발명에 의한 피막 구조의 시험편(92A)에서는 피막의 박리가 거의 발생하지 않았고, 시험후에도 DLC막의 표면 상태가 변화하지 않았다. 이에 반하여, 종래의 피막 구조인 시험편(92B)에서는 DLC막의 박리가 발생하였는데, 시험편 표면의 강재를 육안으로 관찰할 수 있어서 DLC막이 박리하고 있음을 알 수 있었다.

이 시험편(92A)과 시험편(92B)의 피막 구조의 차이점은, 기재의 표면에 2층의 중간층을 매개로 해서 DLC막이 형성하고 있는가, 기재의 표면에 직접 DLC막이 형성되어 있는가 하는 점이다. 이 마모 시험의 결과로부터, 2층의 중간층을 형성함으로써 DLC막의 밀착성이 강해져서 피막의 내마모성이 현저하게 향상되는 것을 알 수 있었다.

또한, 상기 기재의 표면에 각각 실리콘, 텅스텐, 탄화티탄, 탄화규소, 탄화크롬 중 하나로 이루어지는 1층의 중간층을 막 두께 0.5  $\mu\text{m}$  정도로 형성하고, 그 위에 막 두께 1.0  $\mu\text{m}$  정도의 DLC막을 형성한 시험편을 작성해서, 이들에 대해 각각 상기 조건과 같은 조건으로 마모 시험을 행한 결과, 모두 상기 시험편 A의 경우와 마찬가지로 왕복 운동 횟수 200회에서는 DLC막의 표면 상태가 거의 변화하지 않았다. 따라서, 1층의 중간층을 형성함에 의해서도 DLC막의 밀착성이 강해지고, 피막의 내마모성이 현저하게 향상되므로 실용상 문제가 없음을 알 수 있었다.

#### [스크래치 시험에 의한 표면 들뜸의 평가]

이어서, 본 발명에 의한 금형 및 종래의 금형에 해당하는 각종 시료에 대하여 스크래치 시험을 실시함으로써 그 피막의 기계적 성질(특히 내마모성)을 평가했다. 이 스크래치 시험에 사용한 측정기는 HEIDON-14형의 표면성 측정기이다.

이 표면성 측정기를 이용한 스크래치 시험에 따르면, 스크래치시에 생기는 저항력을 측정함으로써 피막의 표면 들뜸을 평가할 수 있다.

그래서, 이하에 기재된 (A)부터 (F)의 5종류의 시료를 작성해서, 상기 표면성 측정기를 사용하여 스크래치시에 생기는 저항력을 측정했다. 이들 시료의 기재는 모두 수치 성형용 금형에 사용하는 강재로, 그

표면은 연마 가공되어 있다.

(A) 기재의 표면에 직접 DLC막을 형성한 것.

(B) 기재의 표면에 탄화티탄(TiC)에 의한 중간층을 매개로 해서 DLC막을 형성한 것.

(C) 기재의 표면에 탄화규소(SiC)에 의한 중간층을 매개로 해서 DLC막을 형성한 것.

(D) 기재의 표면에 티탄(Ti)에 의한 하층의 중간층과 실리콘(Si)에 의한 상층의 중간층을 매개로 해서 DLC막을 형성한 것.

(E) 기재의 표면에 티탄(Ti)에 의한 하층의 중간층과 탄화규소(SiC)에 의한 상층의 중간층을 매개로 해서 DLC막을 형성한 것.

(F) 기재의 표면에 티탄(Ti)에 의한 하층의 중간층과 탄화규소(SiC)에 의한 중층의 중간층과 탄소를 주체로 하는 상층의 중간층을 매개로 해서 DLC막을 형성한 것.

그리고, DLC막의 두께는 어느 시료든 모두 1.0  $\mu\text{m}$ 이며, 탄화티탄, 탄화규소, 티탄 및 실리콘에 의한 각 중간층의 막 두께는 모두 0.5  $\mu\text{m}$ 이다.

표면성 측정기를 사용한 피막의 표면 물성의 측정은 선단 각도가 90° 이고 선단 곡률 반경이 50  $\mu\text{m}$ 인 다이아몬드 압자를 사용하고, 스크래치 속도는 30 mm/분으로 하며, 스크래치 하중은 10 gr에서 500 gr까지 10 gr 간격으로 변화시켰다.

그 측정 결과인 스크래치 하중과 스크래치 저항치와의 관계를 도 8의 그래프에 도시하였다.

또한, 이 도 8의 그래프는, 스크래치 하중을 10 gr에서 10 gr씩 증가시키고, 그 때의 스크래치 저항력에 의한 저항치를 측정하여 뿔뿔하고, 그 평균치를 직선으로 근사해서 그래프화한 것이다.

도 8의 그래프의 종축은 스크래치 저항력에 의한 저항치를 나타내고, 횡축은 스크래치 하중을 나타낸다. 그리고 곡선 A, B, C, D, E, F가 각각 시료(A)부터 시료(F)의 측정 결과를 나타내고 있다. 또한, 곡선 E와 F는 거의 동일했다.

도 8로부터 명백한 바와 같이, 스크래치 하중이 어느 값 이상이 되면 저항력이 급격히 변화하고 있다. 이와 같이 특성 곡선에 변곡점이 발생하는 현상은, 이 변곡점 이하의 임계 하중에서는 압자(壓子)가 단순한 마찰 유동을 보이고, 하중의 증가와 함께 직선적으로 스크래치 저항치가 증가하지만, 임계 하중 이상이 되면 세라믹스 기판 상에 형성한 피막에 균열이 발생하기 때문이라고 생각된다. 그리고, 발생한 균열 때문에 스크래치 저항치는 급격한 증가를 보여 마찰 계수가 증대된다.

이와 같이, 도 8의 특성 곡선의 변곡점인 임계 하중의 값에 의해서 기재에 대한 피막의 밀착력을 평가할 수 있다.

그리고, 도 8에 도시된 바와 같이, 기재 상에 직접 경질 탄소막을 형성한 종래의 시료(A)의 경우 임계 하중은 80 gr이다.

이에 반하여, 발명의 실시예에 해당하는 1층의 중간층을 갖는 피막 구조인 시료(B)의 경우의 임계 하중은 180 gr, 시료(C)의 경우의 임계 하중은 220 gr이며, 2층의 중간층을 갖는 피막 구조인 시료(D)의 경우의 임계 하중은 350 gr, 시료(E) 및 (F)의 경우의 임계 하중은 380 gr이다.

즉, 본 발명에 의한 금형에서는 종래의 금형보다도 DLC막이 2배 이상의 밀착력을 갖도록 형성된 것이다.

[경질 피막 형성 방법의 실시 형태]

다음으로, 도 9 내지 도 12를 참조로 해서, 전술한 본 발명에 의한 수지 성형용 금형에 있어서의 가동 금형(단순히 '금형'이라고도 함)(2)의 표면(2a) 중 적어도 스퍼터링과 접촉하는 부분에 경질막을 형성하는 방법에 대해서 설명한다.

우선, 금형의 표면에 전술한 중간층(20)을 형성하는 중간층 형성 공정에 대해 도 9를 참조로 설명한다.

도 9는 중간층을 형성하는 데에 사용하는 스퍼터링 장치의 단면도이다.

이 도면에 도시된 바와 같이, 가스 도입구(53)와 배기구(54)를 갖춘 진공조(51) 내 한 벽면의 근방에 타겟 홀더(56)가 고정 설치되어 있고, 거기에 중간층의 재료인 타겟(55)을 배치한다.

이 진공조(51) 내에, 스퍼터를 부착하는 표면(2a)을 세정한 금형(2)(간략화하여 도시함)을 표면(2a)이 타겟(55)과 대향하도록 배치한다.

이 금형(2)은 직류 전원(58)에 접속하고, 타겟(55)은 타겟 전원(57)에 접속한다. 도시를 생략하고 있지만, 타겟(55)과 금형(2)과의 사이에는 타겟(55)을 덮는 위치와 노출시키는 위치로 개폐할 수 있는 셔터가 배치되어 있다. 이 셔터를 처음에는 타겟(55)을 덮는 위치로 놓는다.

그리고, 도시하지 않는 배기 수단으로 진공조(51) 내를 진공도가  $4 \times 10^{-4}$  파스칼( $3 \times 10^{-6}$  torr) 이하가 되도록 배기구(54)로부터 진공 배기한다.

그 후, 가스 도입구(53)로부터 스퍼터링 가스로 아르곤(Ar) 가스를 도입하고, 진공조(51) 내의 진공도가  $4 \times 10^{-4}$  파스칼( $3 \times 10^{-6}$  torr)이 되도록 조정한다.

그리고, 금형(2)에는 직류 전원(58)으로부터 마이너스 50V의 직류 부전압을 인가한다. 또한, 타겟(55)에는 타겟 전원(57)으로부터 마이너스 500 V 내지 마이너스 600V의 직류 전압을 인가한다.

이렇게 하면, 진공조(51)의 내부에 플라즈마가 발생해서, 이온화한 아르곤에 의해 금형(2)의 표면(2a)에 이온 충격이 가해짐으로써, 그 표면에 형성되어 있는 산화막 등이 제거된다.

다음으로, 도시하지 않은 셔터를 개방해서 타겟(55)을 노출시켜, 플라즈마 중의 아르곤 미온에 의해서 타겟(55)의 표면을 스퍼터링한다. 그리고, 이 타겟(55)이 실리콘이라면, 그 표면으로부터 튀어 나온 실리콘 분자가 금형(2)의 표면(2a)에 부착되어, 실리콘막으로 이루어지는 중간층을 형성한다. 이 스퍼터링 처리에 의해서 중간층이 소정의 막 두께로 형성되도록 이 중간층 형성 공정을 실시한다.

도 3에 도시된 1층의 중간층(20)을 형성하는 경우에는, 타겟(55)으로 실리콘, 텅스텐, 탄화티탄, 탄화규소 및 탄화크롬 중 하나를 배치하고 상기 스퍼터링 처리를 행한다.

이에 따라, 금형(2)의 표면(2a)에 실리콘막, 텅스텐막, 탄화티탄막, 탄화규소막 또는 탄화크롬막 중 하나에 의한 중간층(20)이 형성된다.

탄화티탄막 또는 탄화규소막으로 중간층을 형성하는 경우에는 다음과 같은 방법을 취할 수도 있다.

즉, 타겟(55)으로 티탄 또는 실리콘을 배치하고 아르곤 미온에 의한 스퍼터링을 행하는 동시에, 가스 도입구(53)로부터 탄소를 포함하는 가스, 예컨대 메탄( $CH_4$ ) 가스를 도입하여, 스퍼터링된 티탄 또는 실리콘 분자와 가스 중의 탄소에 의한 반응 스퍼터링 처리에 의해서 금형(2)의 표면(2a)에 탄화티탄막 또는 탄화규소막의 중간층(20)을 형성한다.

또한, 도 4에 도시된 하층(21)과 상층(23)으로 이루어지는 2층의 중간층(20)을 형성하는 경우에는, 진공조(51) 내에 2개의 타겟 홀더(56)와, 각각의 타겟 홀더(56)에 대한 셔터를 배치하고, 그 한쪽의 타겟 홀더(56)에는 타겟(55)으로 크롬 또는 티탄을 배치하고, 다른 쪽의 타겟 홀더(56)에는 타겟(55)으로 실리콘 또는 게르마늄을 배치한다.

그리고, 우선 제1 중간층 형성 공정으로서, 타겟(55)으로 크롬 또는 티탄을 배치한 타겟 홀더(56)측의 셔터를 개방해서 스퍼터링 처리를 행하여, 금형(2)의 표면(2a)에 크롬 또는 티탄을 주체로 하는 막에 의한 하층(21)을 막 두께 0.5  $\mu m$  정도로 형성한다.

계속해서, 제2 중간층 형성 공정으로서, 타겟(55)으로 실리콘 또는 게르마늄을 배치한 타겟 홀더(56)측의 셔터를 개방해서 스퍼터링 처리를 행하여, 상기 하층(21) 위에 실리콘 또는 게르마늄을 주체로 하는 막에 의한 상층(23)을 막 두께 0.5  $\mu m$  정도로 형성한다.

또한, 도 5에 도시된 하층(21)과 상층(23)으로 이루어지는 2층의 중간층(20)을 형성하는 경우도 마찬가지로, 진공조(51) 내에 2개의 타겟 홀더(56)와, 각각의 타겟 홀더(56)에 대한 셔터를 설치하고, 그 한쪽의 타겟 홀더(56)에 타겟(55)으로 티탄을 배치하고, 다른 쪽의 타겟 홀더(56)에 타겟(55)으로 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화규소, 탄화티탄 중 하나를 배치한다.

그리고, 우선 제1 중간층 형성 공정으로서, 타겟(55)으로 티탄을 배치한 타겟 홀더(56)측의 셔터를 개방해서 스퍼터링 처리를 행하여, 금형(2)의 표면(2a)에 티탄을 주체로 하는 막에 의한 하층(21)을 막 두께 0.5  $\mu m$  정도로 형성한다.

계속해서, 제2 중간층 형성 공정으로서, 타겟(55)으로 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화규소, 탄화티탄 중 하나를 배치한 타겟 홀더(56)측의 셔터를 개방해서 스퍼터링 처리를 행하고, 상기 하층(21) 위에 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화규소, 탄화티탄 중 하나를 주체로 하는 막에 의한 상층(23)을 막 두께 0.5  $\mu m$  정도로 형성한다.

또는, 상기 제1 중간층 형성 공정으로 금형(2)의 표면(2a)에 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층(21)을 형성한 후, 제2 중간층 형성 공정으로는, 타겟(55)으로 텅스텐 또는 실리콘을 배치한 타겟 홀더(56)측의 셔터를 개방하는 동시에, 진공조(51) 내에 탄소를 포함하는 가스, 예컨대 메탄( $CH_4$ ) 가스를 도입해서, 스퍼터링된 텅스텐 또는 실리콘 분자와 가스 중의 탄소에 의한 반응 스퍼터링 처리에 의해서, 상기 하층(21) 위에 탄화텅스텐 또는 탄화규소를 주체로 하는 중간층의 상층(23)을 형성할 수도 있다.

또한, 도 6에 도시된 하층(21)과 중층(22)과 상층(23)으로 이루어지는 3층의 중간층(20)을 형성하는 경우에도, 중층(22)을 탄화규소를 주체로 하는 막으로 형성하는 경우에는, 진공조(51) 내에 2개의 타겟 홀더(56)와, 각각의 타겟 홀더(56)에 대한 셔터를 설치하고, 그 한쪽의 타겟 홀더(56)에 타겟(55)으로 티탄을 배치하고, 다른 쪽의 타겟 홀더(56)에 타겟(55)으로 실리콘을 배치한다.

그리고, 우선 제1 중간층 형성 공정으로서, 타겟(55)으로 티탄을 배치한 타겟 홀더(56)측의 셔터를 개방해서 스퍼터링 처리를 행하여, 금형(2)의 표면(2a)에 티탄을 주체로 하는 막에 의한 하층(21)을 형성한다.

이어서, 제2 중간층 형성 공정으로서, 타겟(55)으로 실리콘을 배치한 타겟 홀더(56)측의 셔터를 개방하여, 진공조(51) 내에 탄소를 포함하는 가스, 예컨대 메탄( $CH_4$ ) 가스를 도입하고, 스퍼터링된 실리콘 분자와 가스 중의 탄소에 의한 반응 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층(21) 위에 탄화규소를 주체로 하는 막에 의한 중층(22)을 형성한다.

그 후, 제3 중간층 형성 공정에서, 진공조(51) 내의 도시하지 않은 셔터를 서서히 폐쇄하여 타겟(55)으로 시의 실리콘의 노출량을 감소시키고, 실리콘의 스퍼터링량을 점차로 감소시켜서, 상기 중층(22) 위에 탄소의 비율이 점차로 많아지는 탄소를 주체로 하는 상층(23)을 형성한다.

또한, 중층(22)을 탄화티탄을 주체로 하는 막으로 형성하는 경우에는, 진공조(51) 내의 타겟 홀더(56)와 셔터를 1조라도 놓으며, 거기에 티탄을 배치해서, 상기 제1, 제2, 제3의 중간층 형성 공정과 같은 방식으로 각 공정을 실행하면 된다. 그러나, 제1 중간층 형성 공정과 제2 중간층 형성 공정과의 사이에서 2개 셔터의 개폐 전환을 행할 필요는 없다.

다음으로, 전술한 바와 같은 각종의 중간층 형성 공정에 의해서, 적어도 스텝퍼와 접촉하는 표면(2a) 위에 중간층(20)을 형성한 금형(2)의 중간층(20) 위에 DLC막(30)을 형성하는 공정에 대해서도 도 10 내지 도 12를 참조로 설명한다. 즉, 이 DLC막의 형성 공정으로는 3종류의 DLC막 형성 방법이 있다.

먼저, 도 10을 참조로 제1 DLC막 형성 방법을 설명한다. 도 10은 그것을 위한 플라즈마 CVD 장치의 단면



도이다.

이 제1 DLC막 형성 방법은, 가스 도입구(63)와 배기구(65)를 갖고, 내부 상방에 애노드(79)와 필라멘트(81)를 구비한 진공조(61)를 사용한다. 그리고, 이 진공조(61) 내에, 적어도 스퍼터와 접촉하는 면(2a)에 중간층(20)을 형성한 금형(2)을 배치한다. 이 금형(2)을 지지하는 부재는 도시를 생략했다.

그리고, 이 진공조(61) 내부를 진공도가  $4 \times 10^{-4}$  파스칼( $3 \times 10^{-4}$  torr) 이하가 되도록, 도시하지 않은 배기 수단으로 배기구(65)로부터 진공 배기한다.

그 후, 가스 도입구(63)로부터 탄소를 포함하는 가스로서 벤젠( $C_6H_6$ )을 진공조(61) 내로 도입하고, 진공조(61) 내의 압력이  $6.67 \times 10^{-1}$  파스칼( $5 \times 10^{-1}$  torr)이 되도록 한다.

그리고, 금형(2)에는 직류 전원(73)으로부터 직류 전압을 인가하고, 또한 애노드(79)에는 애노드 전원(75)으로부터 직류 전압을 인가하고, 필라멘트(81)에는 필라멘트 전원(77)으로부터 교류 전압을 인가한다.

이 때, 직류 전원(73)으로부터 금형(2)에 인가되는 직류 전압은 마이너스 3 kV로 하고, 애노드 전원(75)으로부터 애노드(79)에 인가되는 직류 전압은 플러스 50 V, 필라멘트 전원(77)으로부터 필라멘트(81)에 인가되는 전압은 30 A의 전류가 흐르도록 10 V의 교류 전압으로 한다.

이에 따라서, 진공조(61)내 금형(2)의 주위 영역에 플라즈마가 발생하며, 플라즈마 CVD 처리에 의해서 금형(2)의 중간층(20)[다층의 중간층인 경우는 그 상층(23)]의 표면에 다이아몬드형 탄소(DLC)막을 형성할 수 있다. 이 DLC막(5)은 막 두께가 1  $\mu m$  내지 5  $\mu m$ 가 되도록 형성한다.

또한, 설명의 편의상, 중간층 형성 공정에서 사용하는 진공조(61)와 DLC막 형성 공정에서 사용하는 진공조(61)를 구별해서 설명했지만, 동일한 진공조를 사용해서 이들 각 공정을 연속해서 행할 수 있다. 그 경우에는, 중간층 형성 공정이 완료된 후에 진공조 내의 아르곤을 배출하고 탄소를 포함하는 가스를 도입한다.

도 11은 DLC막 형성 방법의 다른 예를 설명하기 위한 플라즈마 CVD 장치의 단면도이다.

이 도 11에 도시된 장치를 사용하는 경우에는, 가스 도입구(63)와 배기구(65)를 갖는 진공조(61) 내에 중간층(20)을 형성한 금형(2)을 배치하고, 진공조(61)의 내부를 도시하지 않은 배기 수단으로 진공도가  $4 \times 10^{-4}$  파스칼( $3 \times 10^{-4}$  torr) 이하가 되도록 배기구(65)로부터 진공 배기한다.

그 후, 가스 도입구(63)로부터 탄소를 포함하는 가스로서 메탄 가스( $CH_4$ )를 진공조(61)의 내부에 도입하고 진공도가 0.1 torr가 되도록 한다.

그리고, 금형(2)에는 발진 주파수가 13.56 MHz인 고주파 전원(69)으로부터 고주파 전력(radio frequency power)을 매칭 회로(67)를 통해 인가한다. 이에 따라, 금형(2)의 주위에 플라즈마가 발생하며, 플라즈마 CVD 처리에 의해 금형(2)에 형성된 중간층(20)[다층의 중간층인 경우는 그 상층(23)]의 표면에 DLC막을 형성할 수 있다.

도 12는 DLC막 형성 방법의 또 다른 예를 설명하기 위한 플라즈마 CVD 장치의 단면도이다.

도 12에 도시된 장치를 사용하는 경우에는, 가스 도입구(63)와 배기구(65)를 갖는 진공조(61) 내에 중간층(20)을 형성한 금형(2)을 배치하고, 도시하지 않은 배기 수단으로 진공조(61) 내부를 진공도가  $4 \times 10^{-4}$  파스칼( $3 \times 10^{-4}$  torr) 이하가 되도록 배기구(65)로부터 진공 배기한다.

그 후, 가스 도입구(63)로부터 탄소를 포함하는 가스로서 메탄 가스( $CH_4$ )를 진공조(61) 내에 도입하고, 진공도가 13.33 파스칼(0.1 torr)이 되도록 한다.

그리고, 금형(2)에 직류 전원(83)으로부터 마이너스 600 V의 직류 전압을 인가하여 그 주위에 플라즈마를 발생시키고, 플라즈마 CVD 처리에 의해 금형(2)에 형성된 중간층(20)[다층의 중간층인 경우는 그 상층(23)]의 표면에 DLC막을 형성할 수 있다.

이들 DLC막 형성 방법의 경우에도, 중간층 형성 공정과 같은 진공조를 사용하여 중간층 형성 공정과 연속해서 행할 수 있다. 그 경우에는, 중간층 형성 공정이 완료된 후, 진공조 내의 아르곤을 배출하고 탄소를 포함하는 가스를 도입한다.

또, 도 10 내지 도 12를 참조로 설명한 방법에 의해서 DLC막을 형성하는 경우에, 탄소를 포함하는 가스로서 메탄, 가솔린, 벤젠 가스를 이용하는 예로 설명했지만, 메탄 이외에 에틸렌 등의 탄소를 포함하는 가스나, 헥산 등의 탄소를 포함하는 액체의 증발 증기를 사용할 수도 있다.

그리고, 이와 같이 금형(2)의 표면(2a)에 중간층(20)을 매개로 해서 형성한 DLC막(30)의 표면을 보다 평활하게 하기 위해서, DLC막(30)의 표면을 폴리싱과 래핑으로 마무리 연마하는 공정을 실시해서, 표면 조도(Ra)가 0.2 내지 0.02  $\mu m$ 가 되도록 하면 좋다.

이 경우, 천연 다이아몬드 페이스트 또는 알루미늄 페이스트를 묻혀서 폴리싱하고, 원반형의 판에 다이아몬드 페이스트 또는 알루미늄 페이스트를 묻혀서 래핑한다. 이 때의 다이아몬드 페이스트 또는 알루미늄 페이스트 중의 다이아몬드 또는 알루미늄의 입경은 0.1  $\mu m$  내지 4  $\mu m$  정도이고, 폴리싱에는 1  $\mu m$  이상의 것을, 래핑에는 1  $\mu m$  이하의 것을 사용하는 것이 좋다.

이러한 연마 공정을 행하더라도, DLC막은 금형 표면에 중간층을 매개로 강하게 형성되어 있기 때문에 박리되는 일은 없다.

[본 발명에 의해서 형성하는 각 피막의 두께에 관해서]

(1) 본 발명에 의해 금형의 표면에 티탄(Ti) 또는 크롬(Cr)을 주체로 하는 하층과, 실리콘(Si) 또는 게르마늄(Ge)을 주체로 하는 상층으로 이루어지는 2층의 중간층을 매개로 DLC의 막을 형성하는 경우의, 유효한 막 두께의 범위는 각각 다음과 같다.

Ti 또는 Cr막 Si 또는 Ge막 DLC막

유효한 막 두께의 범위: 0.005~1.0  $\mu\text{m}$  0.005~1.0  $\mu\text{m}$  0.3~10  $\mu\text{m}$

바람직한 범위: 0.05~0.8  $\mu\text{m}$  0.05~0.8  $\mu\text{m}$  0.5~5  $\mu\text{m}$

가장 바람직한 범위: 0.1~0.6  $\mu\text{m}$  0.1~0.6  $\mu\text{m}$  0.8~3  $\mu\text{m}$

(2) 본 발명에 의해 금형의 표면에 실리콘(Si), 텅스텐(W), 탄화티탄(TiC), 탄화규소(SiC), 탄화크롬(CrC) 중 하나에 의한 단층의 중간층을 매개로 DLC막을 형성하는 경우의, 유효한 막 두께의 범위는 각각 다음과 같다.

중간층 DLC막

유효한 막 두께의 범위: 0.005~2  $\mu\text{m}$  0.3~10  $\mu\text{m}$

바람직한 범위: 0.05~1.5  $\mu\text{m}$  0.5~5  $\mu\text{m}$

가장 바람직한 범위: 0.1~1.2  $\mu\text{m}$  0.8~3  $\mu\text{m}$

#### 산악성이용가능성

이상 설명한 바와 같이, 본 발명에 따르면 수지 성형용 금형의 캐비티를 형성하는 금형의 표면 중 적어도 스템퍼와 접촉하는 부분에, 강한 밀착력으로 인해 쉽게 박리되지 않는 경질 피막인 DLC막을 형성하여, 수지 성형용 금형의 사용 수명을 비약적으로 연장시키고, 스템퍼에도 손상을 주지 않도록 함으로써 스템퍼의 수명도 연장시킬 수 있다.

#### (57) 청구의 범위

##### 청구항 1

고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 이들 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티(cavity)를 형성하는 상기 금형의 표면에, 스템퍼(stamper)를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형으로서,

상기 금형의 표면 중 적어도 스템퍼와 접촉하는 부분에, 상기 금형의 표면과의 밀착력을 증가시키는 중간층을 매개로 해서 다이아몬드형 탄소막을 형성한 것을 특징으로 하는 수지 성형용 금형.

##### 청구항 2

제1항에 있어서, 상기 중간층은 실리콘, 텅스텐, 탄화티탄, 탄화규소 및 탄화크롬 중 하나로 형성된 1층 구조인 것을 특징으로 하는 수지 성형용 금형.

##### 청구항 3

제1항에 있어서, 상기 중간층은 크롬 또는 티탄을 주체로 하는 하층과, 실리콘 또는 게르마늄을 주체로 하는 상층으로 이루어지는 2층 구조인 것을 특징으로 하는 수지 성형용 금형.

##### 청구항 4

제1항에 있어서, 상기 중간층은 티탄을 주체로 하는 하층과, 텅스텐, 탄화텅스텐, 탄화규소 및 탄화티탄 중 하나를 주체로 하는 상층으로 이루어지는 2층 구조인 것을 특징으로 하는 수지 성형용 금형.

##### 청구항 5

제1항에 있어서, 상기 중간층은 티탄을 주체로 하는 하층과, 탄화티탄 또는 탄화규소를 주체로 하는 중층과, 탄소를 주체로 하는 상층으로 이루어지는 3층 구조인 것을 특징으로 하는 수지 성형용 금형.

##### 청구항 6

제1항 내지 제5항 중 어느 한 항에 있어서, 상기 금형 표면 중 스템퍼와 접촉하는 부분에 상기 중간층을 매개로 해서 형성된 상기 다이아몬드형 탄소막은 표면 조도(Ra)가 0.2 내지 0.02  $\mu\text{m}$ 인 것을 특징으로 하는 수지 성형용 금형.

##### 청구항 7

고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 이들 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 상기 금형의 표면에 스템퍼를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법으로서,

상기 스템퍼를 부착하는 표면을 세정한 금형을 진공조 내에 배치하고 배기하는 공정과,

배기한 상기 진공조 내에 아르곤을 도입하고 이온화하여, 실리콘, 텅스텐, 탄화티탄, 탄화규소 및 탄화크롬 중 하나를 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 중간층을 형성하는 중간층 형성 공정과,

상기 진공조 내의 아르곤을 배출하고, 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하는 공정과,

상기 진공조 내에 플라스마를 발생시켜서, 플라스마 CVD 처리에 의해서 상기 중간층의 표면에 다이아몬드

형 탄소막을 형성하는 공정

을 포함하는 수지 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법.

#### 청구항 8

고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 이들 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 상기 금형의 표면에 스템퍼를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법으로서,

상기 스템퍼를 부착하는 표면을 세정한 금형을 진공조 내에 배치하고 배기하는 공정과,

배기한 상기 진공조 내에 아르곤을 도입하고 이온화하여, 크롬 또는 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 크롬 또는 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과,

상기 제1 중간층 형성 공정에 이어서 실리콘 또는 게르마늄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 위에 실리콘 또는 게르마늄을 주체로 하는 중간층의 상층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정과,

상기 진공조 내의 아르곤을 배출하고, 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하는 공정과,

상기 진공조 내에 플라스마를 발생시켜서, 플라스마 CVD 처리에 의해서 상기 중간층의 상층의 표면에 다이아몬드형 탄소막을 형성하는 공정

을 포함하는 수지 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법.

#### 청구항 9

고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 이들 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 상기 금형의 표면에 스템퍼를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법으로서,

상기 스템퍼를 부착하는 표면을 세정한 금형을 진공조 내에 배치하고 배기하는 공정과,

배기한 상기 진공조 내에 아르곤을 도입하고 이온화하여, 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과,

상기 제1 중간층 형성 공정에 이어서 텅스텐을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 상에 텅스텐을 주체로 하는 중간층의 상층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정과,

상기 진공조 내의 아르곤을 배출하고, 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하는 공정과,

상기 진공조 내에 플라스마를 발생시켜서, 플라스마 CVD 처리에 의해서 상기 중간층의 상층의 표면에 다이아몬드형 탄소막을 형성하는 공정

을 포함하는 수지 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법.

#### 청구항 10

고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 양 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 상기 금형의 표면에 스템퍼를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법으로서,

상기 스템퍼를 부착하는 표면을 세정한 금형을 진공조 내에 배치하고 배기하는 공정과,

배기한 상기 진공조 내에 아르곤을 도입하고 이온화하여, 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면 중 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과,

상기 제1 중간층 형성 공정에 이어서, 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하고, 텅스텐 또는 실리콘을 타겟으로 하는 반응 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 위에 탄화텅스텐 또는 탄화규소를 주체로 하는 중간층의 상층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정과,

상기 진공조 내의 아르곤을 배출하고, 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하는 공정과,

상기 진공조 내에 플라스마를 발생시켜서, 플라스마 CVD 처리에 의해서 상기 중간층의 상층의 표면에 다이아몬드형 탄소막을 형성하는 공정

을 포함하는 수지 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법.

#### 청구항 11

고정 금형과 가동 금형으로 이루어지고, 이들 금형이 폐쇄되었을 때에 캐비티를 형성하는 상기 금형의 표면에 스템퍼를 부착해서 사용하는 수지 성형용 금형에 경질 피막을 형성하는 방법으로서,

상기 스템퍼를 부착하는 표면을 세정한 금형을 진공조 내에 배치하고 배기하는 공정과,

배기한 상기 진공조 내에 아르곤을 도입하고 이온화하여, 티탄을 타겟으로 하는 스퍼터링 처리에 의해서 상기 금형의 표면의 적어도 상기 스템퍼와 접촉하는 부분에 티탄을 주체로 하는 중간층의 하층을 형성하는 제1 중간층 형성 공정과,

상기 제1 중간층 형성 공정에 이어서 상기 진공조 내에 탄소를 포함하는 가스를 도입하고, 티탄 또는 실리콘을 타겟으로 하는 반응 스퍼터링 처리에 의해서 상기 하층 위에 탄화티탄 또는 탄화규소를 주체로 하는 중간층의 중층을 형성하는 제2 중간층 형성 공정과,

상기 제2 중간층 형성 공정에 이어서, 타겟인 상기 티탄 또는 실리콘의 스퍼터링을 점차로 감소시켜서,

상기 중층 위에 탄소를 주체로 하는 상층을 형성하는 제3'중간층 형성 공정과,

상기 진공조 내의 아르곤과 탄소를 포함하는 가스를 배출하고, 상기 진공조 내에 다시 탄소를 포함하는 가스를 도입하는 공정과,

상기 진공조 내에 플라즈마를 발생시키고, 플라즈마 CVD 처리에 의해서 상기 중간층의 상층의 표면에 다  
이몬드형, 탄소막을 형성하는 공정

을 포함하는 수지 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법;

청구항 12.

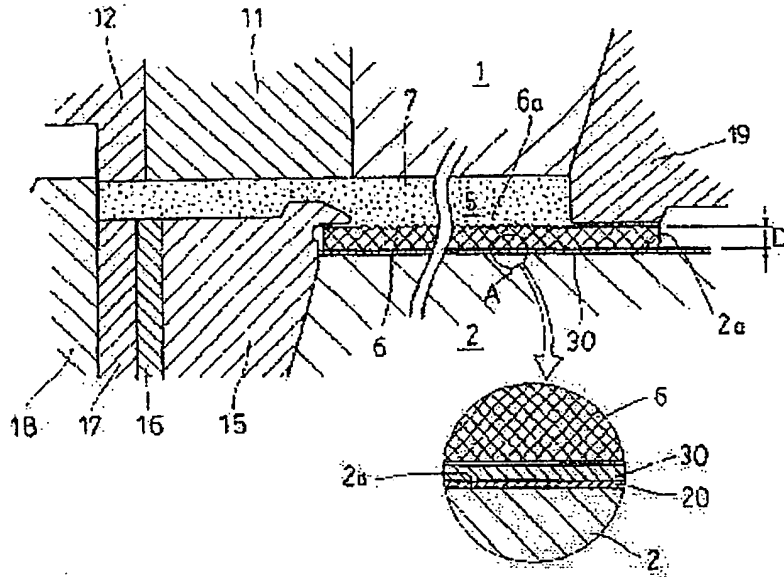
제1항 내지 제11항 중의 어느 한 항에 있어서, 상기 다이아몬드형 탄소막을 형성하는 공정 후에, 이 공정에서 형성된 다이아몬드형 탄소막의 표면을 폴리싱과 래핑으로 마무리 연마하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 수치 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법.

### 참구항 13

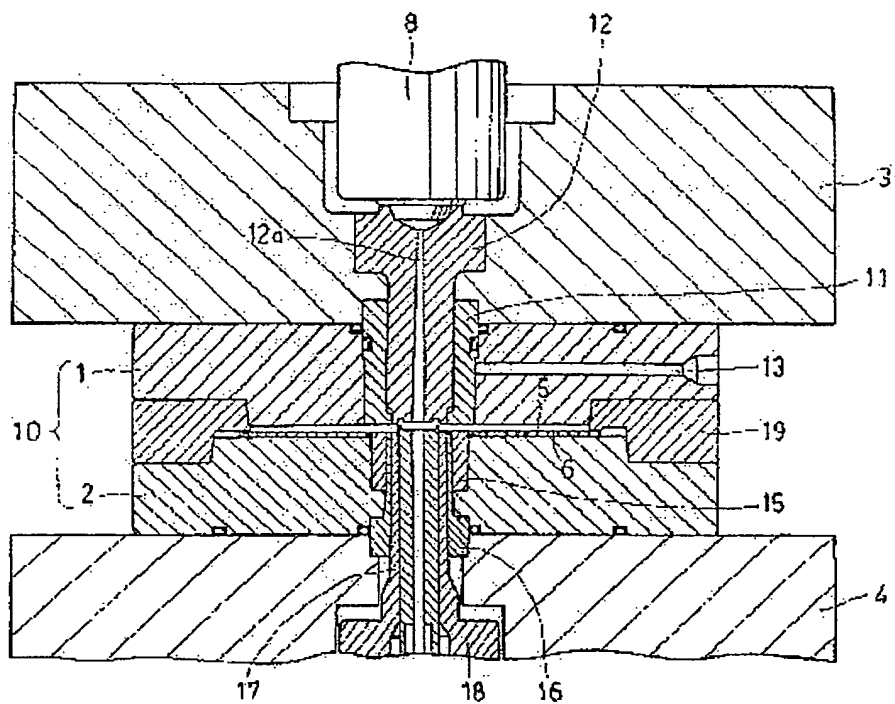
제12항에 있어서, 상기 마무리 연마 공정에 있어서의 상기 폴리싱과 래핑은 다이아몬드 또는 알루미늄의 입경이 0.1 내지 4  $\mu\text{m}$ 인 다이아몬드 페이스트 또는 알루미늄 페이스트를 사용하여 행하는 것을 특징으로 하는 수치 성형용 금형에의 경질 피막 형성 방법.

52

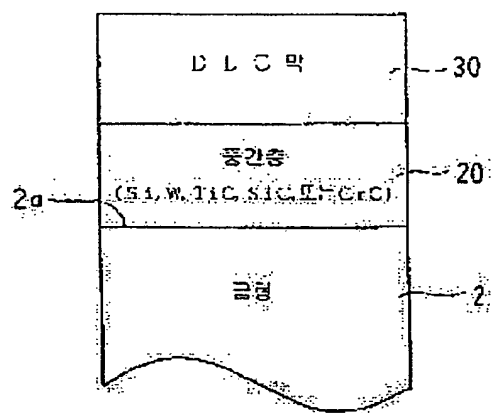
581



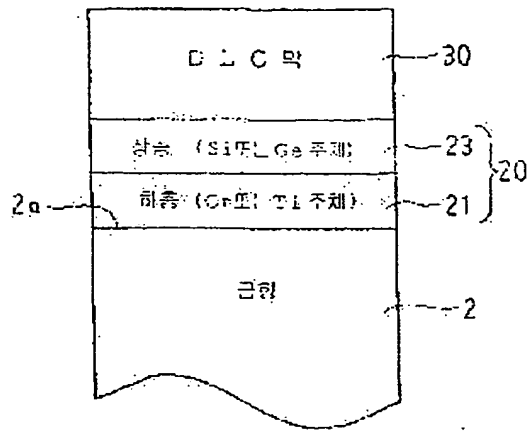
도면2



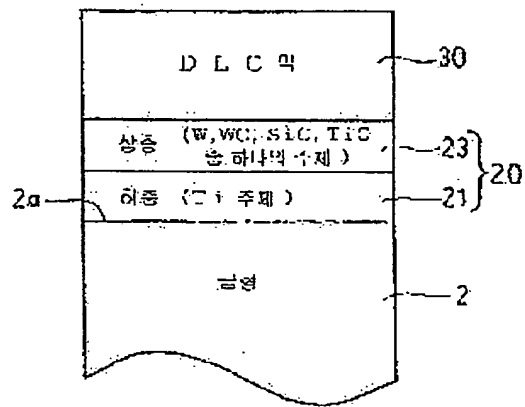
도면3



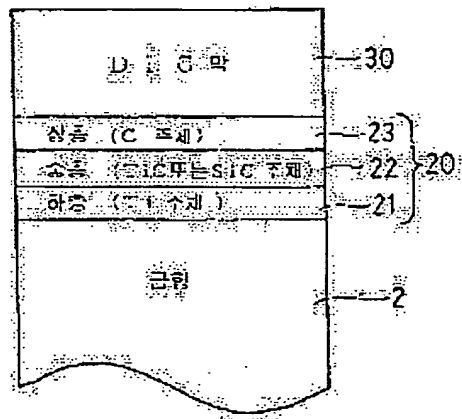
도면4



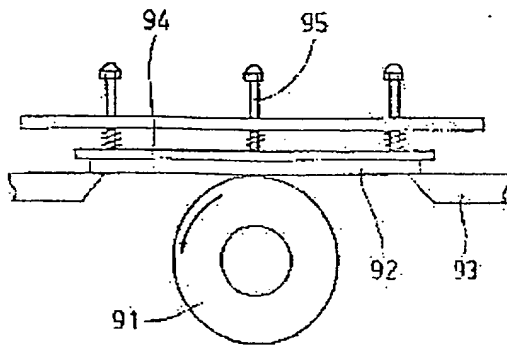
도면5



도면6



도면7



도면8

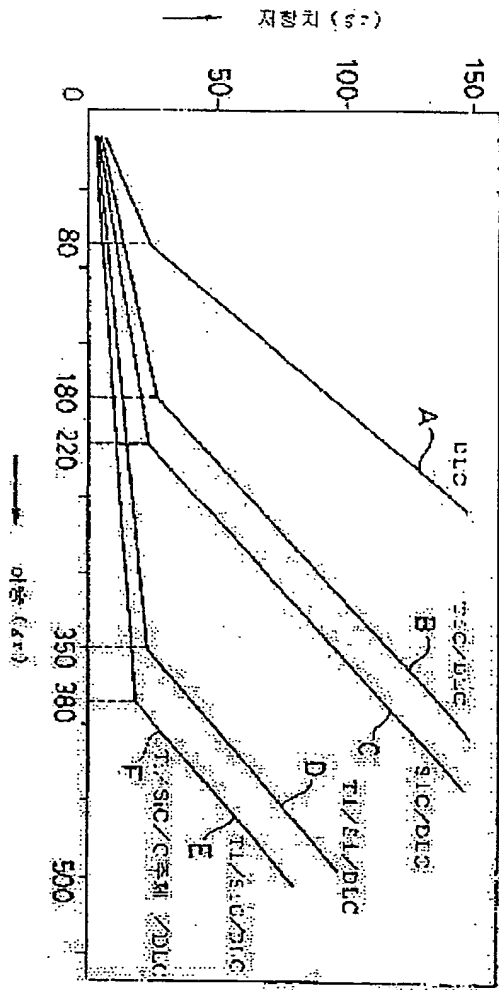


図9

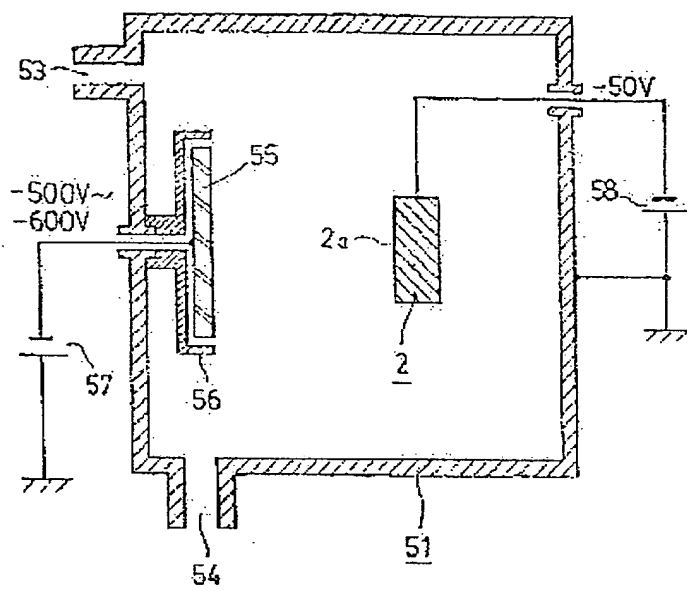
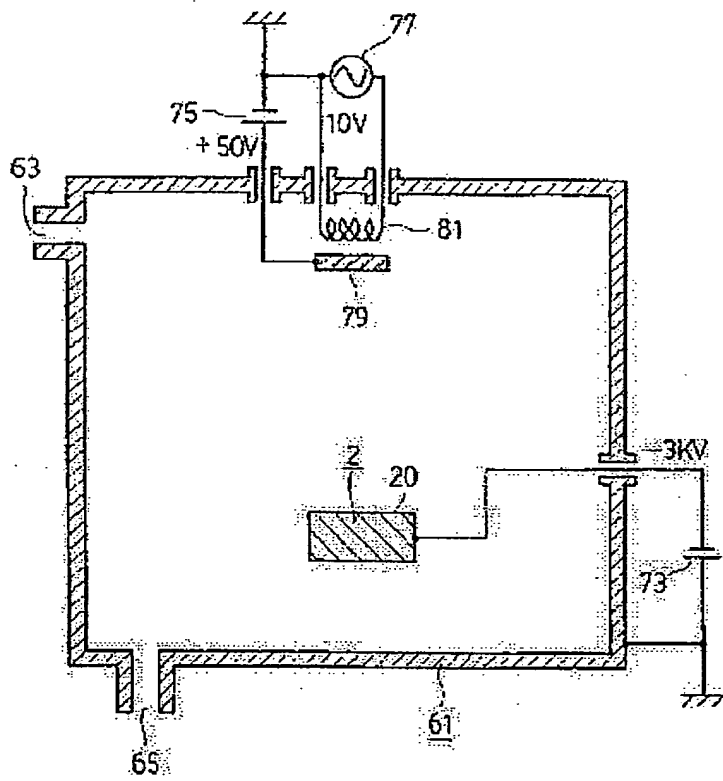
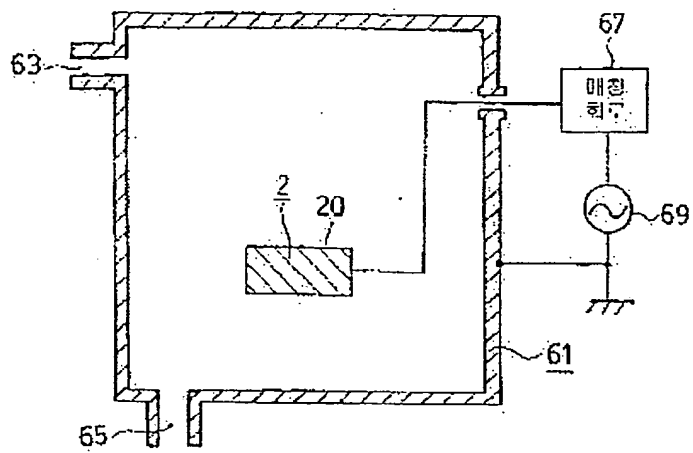


図10





도면11



도면12

